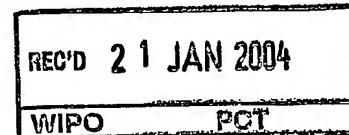


REC'D/PCTO 11 APR 2005 #2

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP03/11369



**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 52 897.7

Anmeldetag: 12. November 2002

Anmelder/Inhaber: Atotech Deutschland GmbH, Berlin/DE

Erstanmelder: Dipl. Ing. Hans-Jürgen Schäfer,
Viersen/DE

Bezeichnung: Mit Laser strukturierbarer halogenfreier Lötstopplack
und Galvanoresist sowie Verfahren und Vorrichtung
zur Beschichtung von Leiterplatten

Priorität: 14. Oktober 2002 DE 102 47 861.9
29. Oktober 2002 DE 102 50 485.7

IPC: H 05 K und G 03 F

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 24. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident
Im Auftrag

Steck



Zusammenfassung

Es wird ein mittels Laser strukturierbarer Lötstopplack sowie ein Galvanoresist (1) mit einem Festkörper von 50 bis 100 Gew. % und einer Viskosität von bevorzugt 5000 bis 15 000 m Pas beschrieben ,der thermisch oder durch Strahlen härtbar ist und keine mineralischen Füllstoffe enthält . Außerdem wird ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Beschichtung von Leiterplatten (2) beschrieben, welches sich insbesondere dadurch auszeichnet, dass Lacke ohne mineralische Füllstoffe eingesetzt werden, die auf Leiterplatten (2) mittels einer Walzenbeschichtungsanlage (3) die nur über eine untere Beschichtungseinheit (5,6) verfügt derart auf der jeweiligen Unterseite beschichtet werden, dass bei einer Trockensfilmdicke von 30µm Leiter (9) mit einer Breite und Höhe von 100 µm mit einer Kantenabdeckung(13) von größer 10µm versehen werden und die Bohrungen lackfrei bleiben. Außerdem wird eine von Ascherlickständen freie Lötfäche und halogenfreie Verbrennungsgase erzielt.

Dipl. Ing. Hans-Jürgen Schäfer Ritterstraße 36 41749 Viersen

**Mit Laser strukturierbarer halogenfreier Lötstopplack und Galvanorésist sowie
Verfahren und Vorrichtung zur Beschichtung von Leiterplatten**

Leiterplatten werden mit Lötstopplacken insbesondere mit fotosensiblen Lötstopplacken beschichtet, um die Leiter zu schützen und nur die zu lögenden Bohrungen und Lotpads für das Lotzinn freizulassen. Genügte bis 1975 noch der Siebdruck, so hat sich ab diesem Zeitpunkt der fotosensible Lötstopplack durchgesetzt. Die erforderliche Genauigkeit bei den immer komplexer werdenden Schaltungen konnte nur durch das Fotostrukturierungsverfahren sichergestellt werden. Diese Lacke wurden bevorzugt im Vorhanggießverfahren einseitig aufgetragen. Dies wurde in der europäischen Patentanmeldung EP 0 002 040 A1 beschrieben. Diese Applikationstechnologie führt zu einigen Problemen. Diese sind insbesondere die Kantenabdeckung hoher Feinleiter mit einer Breite und Höhe von 100 µm. Die mit einer Viskosität von 500 bis 1200 m Pas aufgetragenen Lacke fließen insbesondere beim Trocknen durch die damit verbundene Viskositätsniedrigung von den Leiterkanten ab. Dieses Problem wurde durch Verwendung leicht verdunstender Lösungsmittel und hoher Tixotropie durch Füllstoffzusätze gelöst. Die beschichteten Leiterplatten werden zunächst in einem Paternosteroson bei niedriger Temperatur abgelüftet, wobei der Lack auf den Leiter auftröcknet. Anschließend erfolgt die eigentliche Trocknung mittels heißer Umluft. Das Problem der Beschichtung hoher Leiter wurde auch insbesondere durch die Sprühbeschichtung gelöst. Allen Beschichtungsverfahren ist jedoch die Mitbeschichtung von Bohrungen gemeinsam. Der dort eingeflossenen Lack wird nach der Fotostrukturierung im Entwickelbad herausgelöst. Dies führt gemeinsam mit den freientwickelten Lotpads zu erheblicher Abwascherbelastung. Die Lackqualität hat insbesondere durch die alkalischen Entwicklungsprozesse gelitten, da diese dann über entsprechende Carboxylgruppen verfügen mussten, welche die Feuchtigkeitsaffinität verschlechterten. Die für die Fotostrukturierung erforderlichen Acrylate beeinträchtige den Erweichungsbereich des Lötstopplackes, welches sich insbesondere beim Löten mit bleifreiem Lot bei höheren Lötteperaturen nachteilig bemerkbar macht. Die weiter fortschreitende Miniaturisierung stellt diese Generation von Lötstopplacken vor neue Probleme. Hierbei macht sich insbesondere die Unsicherheit bei der Entwicklung negativ bemerkbar. All diese Probleme können durch die Verwendung eines mittels Laser strukturierbaren Lötstopplackes gelöst werden. Hiermit werden nur die Lotpads und die Restringe der Bohrungen mittels Kohlendioxidlaser vom Lack befreit. Ein Entwicklungsprozess ist nicht

erforderlich. Somit entsteht auch kein Polymerabfall. Der Laser ist sehr genau zu positionieren. Probleme wie beim Filmversatz können nicht auftreten. Der Einsatz eines nicht fotosensiblen thermisch härtbarer Lötstopplacke scheitert zur Zeit daran, dass kein Applikationsverfahren verfügbar ist, mit dem eine Lackfreiheit der Bohrungen gewährleistet werden kann .In der EP 0766 908 Verfahren und Vorrichtung zum Beschichten von Leiterplatten, insbesondere zur Herstellung von Multi-Chip-Modulen wird ein beidseitiges Walzenbeschichtungsverfahren für fotopolymerisierbare Beschichtungsmittel beschrieben, bei dem die Dosierwalzen auf 25 bis 60 °C erwärmt und die Auftragswalzen auf 5 bis 20 °C gekühlt werden können. Die Erwärmung des Lackes führt zur Verdunstung und zum Austrocknen der nicht übertragenen Lackschicht auf die Gummioberfläche der Auftragswalze. Eine Kühlung führt zur Abscheidung von Kondensat .Die erzielte Leiterkantenabdeckung bei 50 µm Leiterhöhe und 50µm Lackschichtdicke betrug 13 µm. Die Borungen waren nicht lackfrei. . Die Beschichtungsviskosität ist mit 20 000 bis 100 000 m Pas so hoch, dass nur mit profilierten Walzen bei Schichtdicken von 50 bis 200 µm gearbeitet werden kann .Die Beschichtungsgeschwindigkeit von 5 bis 20 m pro min ist für eine Beschichtung mit Lötstopplacken zu hoch, da keine gute Kantenabdeckung erzielt werden kann Die Lacke enthalten mineralische Füllstoffe zur Erhöhung der Tixotropie insbesondere um ein Ablaufen des Lackes von den Leiterflanken zu verhindern.. Diese mineralischen Füllstoffe sind üblicherweise mit einem Gewichtsanteil von 20 bis 50 % in den Lötstopplacken enthalten. Wenn diese marktgängigen Lötstopplacke mittels Laser strukturiert werden, so bleibt ein Ascherlickstand auf den Lotpads zurück, der sich pilzartig aufbaut. Dies verhindert eine einwandfreie Lötzung ,zumal die Reinigung schwierig ist. Mit Lasern strukturierbare Galvanoresiste haben diesbezüglich gleiche Erfordernisse, da ein rückstandsfreie Kupferfläche für den galvanischen Aufbau benötigt wird. .Eine Lackfreiheit der Bohrungen wird mit den derzeitigen Applikationsverfahren nicht sichergestellt .Füllstofffreie Lötstopplacke in halogenfreier Ausführung sind zur Zeit nicht verfügbar, sodass mit einer erheblichen Toxizität der Verbrennungsgase gerechnet werden muss.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher einen Lötstopplack und einen Galvanoresist sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung verfügbar zu machen, die eine rückstandsfreie Strukturierung mittels Lasern ermöglichen und bei dem mit niedriger Lackschichtdicke eine gute Kantenabdeckung bei schmalen und hohen Leitern, eine fehlerfrei geschlossene Resistoroberfläche sowie eine gleichzeitige Lackfreiheit der Bohrungen und Leiterplattenränder bei Halogenfreiheit des Lackes gewährleistet werden kann.

Die Lösung all dieser Probleme erfolgt durch einen mittels Laser strukturierbaren Lötstopplack sowie Galvanoresist nach Anspruch (1) ein Verfahren gemäß Patentanspruch (4) sowie durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch (9). Besonders bevorzugte Varianten sind jeweils Gegenstand der entsprechenden abhängigen Patentansprüche.

Die Erfindung wird wie folgt beschrieben:

Ein Lötstopplack (1) mit einer Viskosität von bevorzugt 5000 bis 15 000 m Pas bei 25 °C und einem Festkörper von 50 bis 100 % der sowohl thermisch wie auch Strahlen härtbar ist und bevorzugt keine oder nur geringe Mengen an mineralischen Füllstoffen enthält, wird zusammen mit einer beidseitig mit Leitern und mit Bohrungen zur Aufnahme von bedrahteten Bauelementen versehene Leiterplatte (2) einer ersten Walzenbeschichtungsanlage (3) zugeführt, die aus einer oberen gummierten Führungswalze (4), einer unteren gummierten Auftragswalze (5) und einer mit dieser einen Dosierspalt ausbildenden Dosierwalze (6) besteht, zwischen denen ein keilförmiger Rakel (7) zur Lackfreimachung der Leiterplattenränder angeordnet ist. Zwischen der Dosierwalze (6) und der Auftragswalze (5) wird aus einem oberhalb der Walzenbeschichtungsanlage (3) angeordnetem Vorratsbehälter (8) ein hochviskoser Lötstopplack (1) zudosiert. Über die glatte ($Rz = 5 \mu\text{m}$) und weiche (20 bis 40 shore A) Gummioberfläche wird nun dieser Lötstopplack (1) mit einer Viskosität von bevorzugt 5000 bis 15 000 m Pas mit einer Geschwindigkeit von 1 bis 4 m/min in einer Schichtdicke von 10 bis 70 μm auf die Unterseite der Leiterplatte (2) aufgetragen. Bei dieser hochviskosen Beschichtung wird aufgrund der hohen Lackhaftung an der Gummierung nur ein Teil der auf der Auftragswalze befindlichen Lackschicht übertragen. Voraussetzung für die Lackübertragung ist die Haftung an der zu beschichtenden Leiterplattenoberfläche. Da diese auf den Kupferleitern (9) am höchsten ist, wird dort auch die dickste Lackschicht aufgetragen. Die Bohrungen können keine Haftfläche ausbilden und somit wird dort auch kein Lack übertragen. Bei den bisher gebräuchlichen Walzenbeschichtungsverfahren wird der Lack über eine gerillte Gummierung derart aufgebracht, dass der Lack aus den Rillen herausgedrückt wird, wobei auch Lack in die Bohrungen gedrückt wird. Im erfindungsgemäßem Verfahren erfolgt die Beschichtung unabhängig von der Beschaffenheit der zu beschichtenden Oberfläche. Der erfindungsgemäß aufgetragene Lötstopplack (1) deckt somit die Leiter sehr gut ab und lässt die Bohrungen und die Leiterplattenränder lackfrei, so dass eine gute Lötzung der bedrahteten Bauelemente und ein Transport der Leiterplatte in den Trockner gewährleistet ist.

Nach dieser erfindungsgemäßen Beschichtung wird die Leiterplatte (2) über Transportklammern (10) in einen Infrarottrockner transportiert, der nur unterhalb der Transportstrecke mit IR Strahlern (11) ausgestattet ist. Diese sind mit mittelwelligen Strahlern der Wellenlänge 2 bis 4 μm ausgestattet. Im Gegensatz zu den bisher üblichen Abdunststrecken im Paternosterofen ,wo der Lack ohne Viskositätserniedrigung antrocknen soll, damit er nicht durch eine Viskositätserniedrigung von den Leiterkanten abläuft, wird bei dem erfindungsgemäßem Verfahren der gegenteilige Effekt angestrebt . Der Lack soll möglichst schnell in seiner Viskosität von 5000 bis 15 000 m Pas auf unter 500 m Pas erniedrigt werden. Hierdurch glättet sich die zuvor wellige Lackoberfläche und der Lack läuft die Leiterflanken hinauf . Die Freiheit von mineralischen Füllstoffen begünstigt diesen Fließprozess . Die Lacktemperatur sollte in 10 bis 60 Sekunden auf 100 bis 120 °C gebracht werden. Durch die einsetzende Trocknung und dem damit verbundenen Viskositätsanstieg wird ein Abtropfen vermieden. Die Bohrungen und die Ränder bleiben lackfrei. Die danach einsetzende Trocknung führt dann zu einer Verfestigung des Lackes. Nach der Klebfreimachung wird die Leiterplatte (2) in einem Wender (12) gewendet und entweder in der gleichen Anlage ein zweites Mal beschichtet oder einer baugleichen zweiten Walzenbeschichtungsanlage zugeführt. Die Leiter (9) haben wie in Figur 2 ersichtlich üblicherweise eine Kantenabdeckung von 5 bis 10 μm bei einer Lackschichtdicke von 30 μm . Bei dem erfindungsgemäßem Verfahren wird wie in Figur 3 dargestellt, eine Leiterkantenabdeckung (13) von größer 10 μm erzielt .

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, dass der Lack einen Anteil eines hochsiedenden Lösungsmittels mit einem Siedepunkt von größer 120 °C in einer Menge von 5 bis 20 Gew. % enthält und nicht mit mineralischen Füllstoffen ausgestattet ist. Diese Freiheit an mineralischen Füllstoffen ermöglicht auch eine Laserstrukturierung ohne pilzartige Ascherückstände auf den Kupferflächen.

Beispiel :

Leiterplatte 300x 420 x 1,5 mm Typ FR 4 nach NEMA Leiterhöhe max. 100 μm Leiterbreite 100 μm

Lötstopplack 80,0 Gew.Tl. EPOSID VP 868-2 70 Gew. % . Duroplast- Chemie
 19,5 Gew. Tl HT 9490 Kresolnovolak 100 Gew.% Fa. Vantico
0,5 Gew. Tl 2-Ethyl-4 Methylimidazol Fa. BASF

100,0 Gew. Tl 75 Gew. %

Viskosität : 7500 m Pas bei 25 °C TG nach Härtung 1 Stunde 160 °C : 150 °C

Walzenbeschichtungsanlage : RC Fa. Robert Bürkle GmbH Freudenstadt

Gummierung Dicke: 100 mm,

Härte :30 Shore A , Rz 5 µm

Spaltbreite :120 mm

Nassauftrag : 50µm

Übertrag : 42 Vol %

Geschwindigkeit: 2 m/min

IR-Strahler : Erster Strahler 2 µm Wellenlänge zweiter Strahler 4 µm Wellenlänge

Umlufttemperatur : 120 °C

Trocknerlänge : 4 m

Ergebnis Beschichtung :

Trockenfilmdicke : 30 µm

Kantenabdeckung bei 100 µm Leiterhöhe : 11 µm

Bohrungen Durchmesser 300 bis 1000µm : lackfrei

Leiterplattenränder : 5 mm lackfrei

Ergebnis Laserstrukturierung :

Kohlendioxidlaser : Lotpads frei von Ascherückständen

Verbrennungsgase : Frei von Halogenen

Ergebnis Lötzung

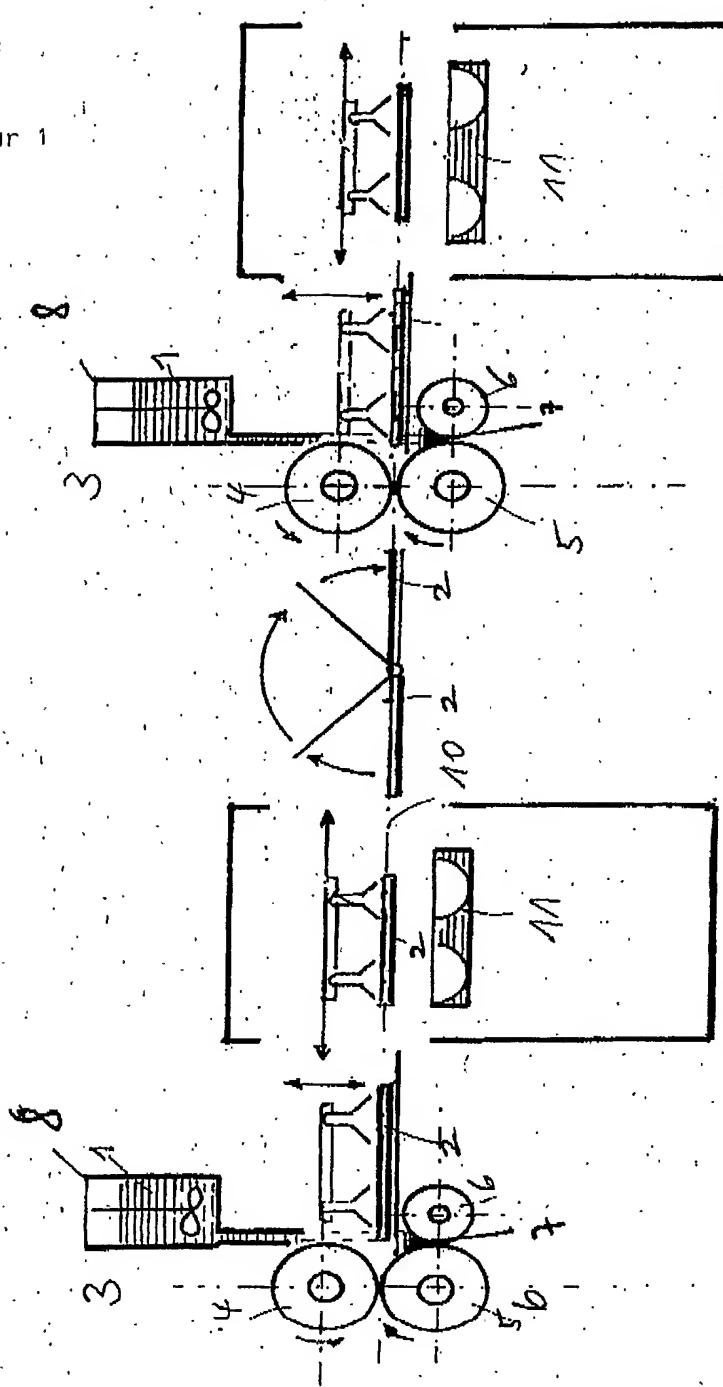
Bohrungen und Lotpads einwandfrei mit Lot benetzt.

Patenansprüche

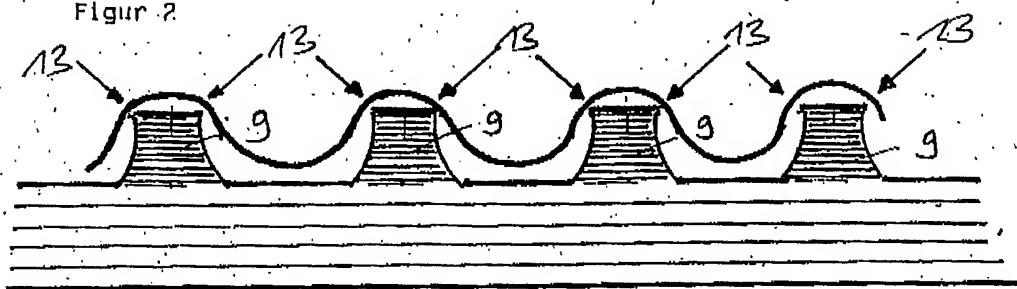
1. Mittels Laser strukturierbarer Lötstopplack und Galvanoresist (1), dadurch gekennzeichnet, dass er einen Festkörper von 50 bis 100 Gew. % und eine Viskosität von 5000 bis 15 000 m Pas besitzt , thermisch oder durch Strahlen härtbar ist und bevorzugt keine oder nur geringe Mengen an mineralischen Füllstoffen enthält
2. Mit Laser strukturierbarer Lötstopplack und Galvanoresist (1) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass der verwendete Lack einen Anteil an über 120 °C siedenden Lösungsmitteln in einer Menge von bevorzugt 5 bis 20 Gew. % enthält.
3. Mittels Laser strukturierbarer Lötstopplack und Galvanoresist (1) nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass ein halogenfreies Epoxidharz eingesetzt wird.
4. Verfahren zur Beschichtung von Leiterplatten mit Laser strukturierbaren Lötstopplacken und Galvanoresisten gemäß Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass Lacke mittels einer einseitig von unten auftragenden Walzenbeschichtungsanlage (3) derart beschichtet werden, dass bei einer Lackschichtdicke von 30 bis 40 µm und einer Leiterzugbreite und Höhe von 100 µm eine Leiterkantenabdeckung (13) von größer 10 µm bei gleichzeitiger Lackfreiheit der Bohrungen gewährleistet ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass der Lackauftrag mittels einer gummierten Walze(5) erfolgt, die eine Härte von 20 bis 40 Shore A und eine Rauhigkeit Rz von 5 bis 10µm besitzt.
6. Verfahren nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Lackoberfläche auf den beschichteten Leiterplatten (2) mittels Infrarotstrahlern (11) innerhalb von 10 bis 60 sek. auf größer 100 °C erwärmt wird und hierbei eine Viskosität von 200 bis 500 m Pas erreicht.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 4 bis 6 dadurch gekennzeichnet, dass die Trockenluft eine Temperatur von 110 bis 120 °C aufweist und eine Erwärmung der Lackoberfläche während der Trocknung über diese Temperatur vermieden wird.
8. Verfahren nach Anspruch 4 insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass ein Lötstopplack oder ein Galvanoresist in Dicken von 20 bis 40µm derart aufgetragen wird, dass eine Lackübertragung von der Gummierung auf die Leiterplatte von 30 bis 70% bevorzugt von 40 bis 60% der Lackschichtdicke erfolgt ohne dass die Bohrlochwunden beschichtet werden..

9. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass eine Walzenbeschichtungsanlage (3) verwendet wird, die nur über eine untere Beschichtungseinheit (4,5) zur Beschichtung der Leiterplattenunterseite verfügt.
10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 4 dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Dosierwalze und der Auftragswalze keilförmige Rakel (7) angebracht sind, die einen Streifen von 3 bis 10 mm am Rand lackfrei halten.

Figur 1



Figur 2



Figur 3

